

# 甘工九网络构建 系统重要性银行评估研究

邢春娜

(厦门大学经济学院, 福建 厦门 361005)

**摘 要:** 复杂网络为分析系统性金融风险 and 系统重要性机构提供了全局性视角, 但由于数据获取上的局限, 我国银行系统网络构建存在困难。利用贝叶斯方法和 2013—2015 年银行资产负债数据构建银行系统网络, 在此基础上建立系统性损失测度指标, 并讨论规模与网络中心性在系统重要性银行评估中的作用。研究发现: 国有大型商业银行处于银行系统的枢纽位置; 同业负债和入度对银行个体风险造成的系统性损失有显著正向影响, 而资本缓冲和出度增大能够降低局部危机造成的整体损失。因此, 规模仍是影响银行系统重要性的主要因素, 而银行之间的关联性也发挥着越来越重要的作用。

**关键词:** 复杂网络; 系统重要性银行; 规模; 网络中心性; 关联性

**中图分类号:** F832 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2265 (2019) 01-0019-07

**DOI:** 10.19647/j.cnki.37-1462/f.2019.01.003

## 一、引言

2017 年 12 月, 巴塞尔协议 III 资本框架完成, 新框架针对银行抵押贷款和其他资产账面风险估算设置了新的限制措施, 并为银行利用统计模型制定的资本标准设定了最低限制。这一框架有助于防范系统性金融风险、监管系统重要性银行, 但同时也对银行量化风险的能力提出了更高要求。系统性金融风险是能够威胁金融系统整体稳定甚至导致系统崩溃的风险, 系统重要性金融机构 (Systemically Important Financial Institutions, SIFIs) 是指那些一旦倒闭或陷入危机能造成系统内更多机构经营困难甚至破产的金融机构。目前研究较多的 SIFIs 有两种类型: 一种被称为“大而不倒的”, “大”主要是指金融机构的规模; 另一种被称为“太关联而不倒的”, 由于与系统内其他机构联系紧密, 这种类型的 SIFIs 倒闭将直接或间接导致大量机构相继陷入危机甚至破产。现代金融系统是金融机构之间相互联系、相

互作用的复杂系统, 与规模相比, 关联性也是评价金融机构系统重要性的关键因素, 有研究认为金融机构倒闭的影响范围主要取决于与其他机构的关联程度。将金融系统视为一个复杂网络有助于从整体角度刻画内部关联性、发现局部风险传染的路径和方向, 并更直观地突出系统重要性金融机构的位置和作用。

金融网络的建立需要获得金融机构两两之间的交易数据, 但金融机构出于保密性的考虑通常不公开发布这类数据, 虽然银行业资产负债数据比其他金融行业更易获取, 也只能得到资产和负债的总量数据, 而不是机构两两之间的具体交易数据, 这使得基于金融网络的研究受到一定局限。从目前的研究情况看, 尽管有一些是在完全利用现实交易数据建立起的金融网络基础上展开的, 比如巴西银行系统网络的相关研究、奥地利银行间市场网络结构的实证分析, 以及利用上市金融机构交叉持股数据建立

收稿日期: 2018-08-20 修回日期: 2018-09-26

**作者简介:** 邢春娜, 女, 辽宁铁岭人, 厦门大学经济学院统计系博士研究生, 研究方向为经济统计、投资经济、金融风险管

金融网络后对于违约传染问题的讨论；但仍有许多研究是通过网络模拟方法实现的。童牧和何奕（2012）以大额支付系统网络为研究对象，通过模拟方法建立系统性金融风险的演化模型；王晓枫等（2015）利用随机模拟分析了银行同业拆借网络结构对于银行间风险传染的影响；隋聪等（2016）基于模拟的银行系统网络考察在险值和预期损失方法在测度银行系统性风险中的表现。

本文首先根据银行资产负债总量数据构建我国银行系统网络，然后建立测度个体银行风险造成的系统整体性损失的指标，最后讨论规模和由网络中心性体现的关联性在中国银行系统重要性机构评估中的作用。

## 二、银行系统网络基本理论与构建方法

### （一）基本理论

在银行系统网络中，节点对应于银行，边对应于银行之间某种特定的联系。以银行系统有向网络为例，假设系统中有 $N$ 家银行，网络邻接矩阵 $A$ 表示节点之间的连接情况， $A = \{a_{ij}\}_{i,j=1}^N$ ， $a_{ij} \geq 0$ 。 $a_{ij} > 0$ 表示两家银行具有金融联系， $a_{ij} = 0$ 说明银行之间没有联系。网络中节点的特征可用以下的中心性指标描述：

1. 度中心性。对于节点 $i$ ，入度表示以 $i$ 为终点的有向边总和，出度是从 $i$ 出发的总边数，分别记为 $\deg_i^{\text{in}} = \sum_{j=1}^N a_{ji}$ 和 $\deg_i^{\text{out}} = \sum_{j=1}^N a_{ij}$ 。节点的度是入度与出度之和，反映了节点与其他节点联系的频繁程度。

2. 接近中心性。接近中心性用来反映节点之间的“接近”程度，计算公式为 $CC_i = (n-1)(\sum_j d_{ij})^{-1}$ ，其中 $d_{ij}$ 是节点 $i$ 与 $j$ 之间的最短距离。

3. 中介中心性。一个节点如果经常出现在连接其他节点的路径中，说明该节点更有能力促进节点之间的联系。假设节点 $j$ 和 $k$ 之间的路径总数为 $P_{jk}$ ， $P_{jk}^i$ 表示其中经过节点 $i$ 的路径总数，中介中心性的表

达式为 $BC_i = (C_{n-1}^2)^{-1} \sum_{j,k \neq i} \frac{P_{jk}^i}{P_{jk}}$ 。

4. 聚集系数。聚集系数体现了局部节点的聚集程度，Fagiolo（2007）将有向网络中节点的聚集系数

定义为 $C_i(A) = \frac{1}{2} \frac{\sum_j \sum_h (a_{ij} + a_{ji})(a_{ih} + a_{hi})(a_{jh} + a_{hj})}{[\deg_i(\deg_i - 1) - 2 \sum_{j \neq i} a_{ij} a_{ji}]}$ ， $a_{ij}$ 是

邻接矩阵 $A$ 中的元素。聚集系数的取值通常在 $[0, 1]$ 之间，越接近1说明节点与周围节点连接的程度越高。完全网络中每个节点的聚集系数都是1，而现实的金融系统网络往往表现出局部的高聚集度。

### （二）银行系统网络构建方法

构建金融网络的标准方法之一是Kullback-Leibler (KL)方法，目前已被用于建立德国、英国和比利时的银行系统网络，Mistrulli（2011）在分析意大利银行间市场双边风险暴露时指出KL方法可能低估系统性风险，并且它建立的是完全网络，即网络中任意两个节点都有联系、网络邻接矩阵除主对角线以外的所有元素都大于零，这与大多数现实情况不相符。另外一种常用方法是最大熵（Maximum Entropy, ME），通过最小化有约束的双边风险敞口熵函数得到网络邻接矩阵，从所需估计信息最少的角度来看最大熵方法是最佳的，但它得到的也是完全网络。Mastromatteo等（2012）提出使用消息通过算法（Messagepassing Algorithm）来确定网络整体稀疏度并估计银行间风险敞口；Anand等（2015）提出的最小密度方法是将已知的网络特征与信息理论相结合，通过最小化与银行间资产和负债相一致的总连接数量来构建真实的系统网络，但在考察银行系统中风险传染的作用时易高估传染效应。此外，还有一些方法通过模拟邻接矩阵构建金融系统网络，比如Moussa（2011）从外部给定的随机图模型中抽取金融网络；Hałaj和Kok（2013）采用模拟方法随机生成不同的网络结构来建立金融网络；Musmeci等（2013）使用自举法（Bootstrapping）从有限信息中获取网络拓扑属性，并利用适宜度模型确定网络连接。Gandy和Veraart（2016）提出的贝叶斯方法前提假设条件设定灵活，有利于反映潜在网络的结构特征，并且可以根据资产、负债总量数据建立有向网络，这刚好适合我国银行业可获取数据的特点，因此本文使用这种方法来构建银行系统网络。

贝叶斯方法的基本步骤包括：

1. 利用广义Erdos-Rényi模型建立初始邻接矩阵 $A = \{A_{ij}\}_{i,j=1}^N$ ， $N$ 是节点总数，从节点 $i$ 到 $j$ 的有向边通过独立伯努利试验生成，节点连接的概率矩阵为 $P = \{p_{ij}\}_{i,j=1}^N$ ， $p_{ij} \in [0, 1]$ 。

2. 利用指数分布将银行间负债作为权重分配给已得到的有向边：

$$L_{ij}\{A_{ij} = 1\} \sim \text{Exp}(\lambda_{ij}) \quad (1)$$

$$\Pr(A_{ij}=1)=p_{ij}$$

$L=\{L_{ij}\}_{i,j=1}^N$  是负债矩阵。 $\lambda=\{\lambda_{ij}\}_{i,j=1}^N$ ，令  $P$  的非主对角线元素和  $\lambda$  的所有元素是相等但随机的。

3. 令  $\tilde{p} \sim \text{Beta}(\alpha, \beta)$ ， $\tilde{\lambda} \sim \text{Gamma}(\gamma, \delta)$ ， $\theta=(\tilde{p}, \tilde{\lambda})$ ， $p_{ij}=\tilde{p}I(i \neq j)$ ， $\lambda_{ij}=\tilde{\lambda}$ 。 $I(\cdot)$  是示性函数， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$  是参数。 $\tilde{p}$ 、 $\tilde{\lambda}$  的先验分布是灵活的，条件分布  $\tilde{p}|L$  服从 Beta 分布， $\tilde{\lambda}|L$  服从 Gamma 分布。

4. 因为  $L$  的条件分布没有封闭表达式，根据已有信息利用 MCMC (Markov Chain Monte Carlo) 方法逼近后验分布，最后得到满足行和与列和约束的邻接矩阵。

### 三、系统性损失指标设定

因为有向网络中节点之间可能出现循环路径，DebtRank 方法通过设定两个控制变量使冲击只能到达节点一次来解决这个问题。本文中利用调整的控制变量使冲击可以多次到达节点，在此基础上建立反映局部风险造成的整体性损失的指标。

假设银行间负债矩阵为  $L=\{L_{ij}\}_{i,j=1}^N$ ，关于负债加权的银行系统网络邻接矩阵为  $A=\{A_{ij}\}_{i,j=1}^N$ ， $A_{ij}>0$  表示银行  $i$  将资金贷给银行  $j$ ，因此银行  $i$  的资产  $A_{ij}$  对应于银行  $j$  的负债  $L_{ji}$ 。节点相连代表银行之间存在借贷上的关系。 $A_i^{\text{in}}=\sum_j A_{ij}$  表示银行  $i$  的同业资产，非银行间资产记为  $A_i^E$ ，银行  $i$  吸收的存款为  $L_i^D$ ，外部负债为  $L_i^E$ ，资本缓冲  $E_i$  是总资产与总负债之差。在不考虑外部救助的情况下，当  $E_i$  低于某一设定的阈值，比如  $E_i \leq 0$  时，认定银行违约。如果银行  $i$  违约且  $A_{ji}>0$ ，银行  $j$  遭受资产损失  $A_{ji}$ ，当  $A_{ji}>E_j$  时  $j$  也将发生违约。在  $t$  期没有发生违约的银行集合记为  $B(t)=\{i:E_i(t)>0\}$ ，银行  $i$  的资本缓冲为

$$E_i(t)=\sum_{j \in B(t-1)} A_{ij}(t)+A_i^E(t)-\sum_{j=1}^N L_{ij}(t)-L_i^D(t)-L_i^E(t) \quad (2)$$

计算银行在  $t$  期的同业资产要考虑  $t-1$  期所有正常运行的银行。因为银行违约的消息从传出去到被关联银行接收需要一段时间，假定要到下一期才能影响债权银行的资产负债表，即在债务人损失对债权人冲击的风险传播机制中，债务人相对资产变化造成债权人滞后期一期的同业资产变化：

$$A_{ij}(t+1)=\begin{cases} A_{ij}(t)\frac{E_j(t)}{E_j(t-1)}, & j \in B(t-1) \\ A_{ij}(t)=0, & j \notin B(t-1) \end{cases} \quad (3)$$

如果银行  $j$  在  $s$  期损失了全部资本缓冲，即  $E_j(s-1)>0$ ， $E_j(s)=0$ ，下一期系统内其他银行都不会向  $j$  提供贷款，使得  $A_{ij}(s+1)=0$  对所有  $i$  成立；以此类推，由于  $j \notin B(s+1)$ ，在  $s+2$  期仍将有  $A_{ij}(s+2)=0$ ，从而对所有的  $t>s$  都有  $A_{ij}(t)=0$  成立。

银行  $i$  风险的传播通过  $i$  资本缓冲的相对累积损失体现，资本缓冲在  $t$  期的相对变化为：

$$h_i(t)=\frac{E_i(0)-E_i(t)}{E_i(0)} \quad (4)$$

$$h_i(t+1)=\min\{1, h_i(t)+\sum_{j=1}^N \Pi_{ij}(t)(h_j(t)-h_j(t-1))\} \quad (5)$$

$$\Pi_{ij}(t)=\begin{cases} \frac{A_{ij}(0)}{E_i(0)}, & j \in B(t-1) \\ 0, & j \notin B(t-1) \end{cases} \quad (6)$$

$h$  是反映资产累积损失的控制变量，银行  $i$  造成的系统总损失为：

$$\text{Loss}(i)=\sum_{j \neq i} (h_j-1)v_j \quad (7)$$

其中  $v_j=A_j/\sum_k A_k$ 。 $\text{Loss}(i)$  是  $i$  给其他银行造成的相对总损失，不包括自身损失。只要银行的资本缓冲大于零，在后续冲击下的损失就还会被计入，所以这种方法可以反映直接和间接风险传染导致的损失。

### 四、实证分析

#### (一) 数据选取

选取国内 144 家银行 2013—2015 年的资产负债数据构建银行系统网络。这 144 家银行包括 3 家政策性银行、5 家国有控股大型商业银行、12 家股份制商业银行、44 家农村商业银行和 80 家城市商业银行。数据来源于国泰安数据库、万得数据库、银行统计年报。表 1 是银行名称和在文中的编号。

#### (二) 银行系统网络结构分析

贝叶斯方法参数估计值为  $\hat{\theta}=(\hat{p}, \hat{\lambda})$ ，各年的估计结果分别为： $\hat{\theta}_{2013}=(0.011200, 0.004615)$ ， $\hat{\theta}_{2014}=(0.012461, 0.004601)$ ， $\hat{\theta}_{2015}=(0.014163, 0.005017)$ 。下面我们从网络中心性出发考察银行系统网络结构发生的变化，表 2 中是 2013—2015 年银行系统网络中心性指标的基本统计量。

中介中心性表示经过节点的最短路径总数，值越大说明越多的信息要通过该节点得以传递，具有较高中介中心性的节点对整个网络有较强的控制力；接近中心性顾名思义体现了节点之间的“接近”程度，值越小，节点与其他节点之间信息传播的速度越快，对应银行之间相互影响的滞后期越短。2015



表1: 144家银行名称和编号

编号	银行名称	编号	银行名称	编号	银行名称
1	国家开发银行	49	广东华兴银行	97	佛山农商银行
2	中国进出口银行	50	乌海银行	98	晋商银行
3	中国农业发展银行	51	齐鲁银行	99	承德银行
4	中国银行	52	昆仑银行	100	江阴农商银行
5	中国建设银行	53	吉林银行	101	海安农村商业银行
6	中国工商银行	54	江都农村商业银行	102	温岭农村商业银行
7	中国农业银行	55	烟台银行	103	义乌农商银行
8	兴业银行	56	盛京银行	104	黄河农村商业银行
9	广发银行	57	张家港农商行	105	苏州银行
10	交通银行	58	无锡农村商业银行	106	秦皇岛银行
11	浦东发展银行	59	杭州银行	107	阜新银行
12	平安银行	60	汉口银行	108	大连农商银行
13	中国民生银行	61	济宁银行	109	常熟农商银行
14	招商银行	62	九江银行	110	江南农村商业银行
15	中信银行	63	贵阳银行	111	紫金农商银行
16	光大银行	64	萧山农商银行	112	昆山农村商业银行
17	华夏银行	65	泰安银行	113	湖州银行
18	上海农商银行	66	慈溪农村商业银行	114	青岛银行
19	重庆银行	67	珠海华润银行	115	(原)新会农村商业银行
20	北京银行	68	吴江农村商业银行	116	重庆三峡银行
21	上海银行	69	柳州银行	117	遂宁市商业银行
22	恒丰银行	70	舒城农村商业银行	118	青海银行
23	浙商银行	71	东莞银行	119	丹东银行
24	渤海银行	72	广西北部湾银行	120	广东南粤银行
25	天津银行	73	合肥科技农村商业银行	121	肥西农村商业银行
26	南京银行	74	厦门银行	122	安徽青阳农村商业银行
27	广州银行	75	邢台银行	123	安徽桐城农商银行
28	成都银行	76	宁夏银行	124	长沙银行
29	富滇银行	77	锦州银行	125	漳州农村商业银行
30	兰州银行	78	沧州银行	126	哈尔滨银行
31	徽商银行	79	东营银行	127	齐商银行
32	包商银行	80	绍兴银行	128	太仓农村商业银行
33	厦门国际银行	81	郑州银行	129	温州银行
34	重庆农村商业银行	82	江苏银行	130	珠海农商银行
35	天津农商银行	83	攀枝花市商业银行	131	西宁农商银行
36	北京农商银行	84	浙江民泰商业银行	132	(原)江门融和农村商业银行
37	武汉农村商业银行	85	桂林银行	133	东至农村商业银行
38	宁波银行	86	福建海峡银行	134	安庆农商银行
39	乌鲁木齐银行	87	华融湘江银行	135	高明农商银行
40	内蒙古银行	88	德阳银行	136	玉溪市商业银行
41	湖北银行	89	广州农商行	137	厦门农商银行
42	唐山银行	90	顺德农商行	138	乐山市商业银行
43	杭州联合银行	91	邯郸银行	139	中山农商银行
44	河北银行	92	浙江泰隆商业银行	140	启东农商银行
45	洛阳银行	93	浙江稠州商业银行	141	南充市商业银行
46	晋江农商银行	94	晋城银行	142	宜宾市商业银行
47	长安银行	95	衡水银行	143	曲靖市商业银行
48	威海市商业银行	96	日照银行	144	余杭农村商业银行

年网络中介中心性平均水平低于前两年，而接近中心性均值出现大幅上升，这说明银行之间建立直接联系的比例较前两年有所上升。2013—2015年网络的平均聚集程度没有显著变化。

如表3所示，KS检验结果表明，各年的银行系统网络度分布服从幂律分布，且标度指数位于2和3之间，因此类似于奥地利和巴西银行系统，我国银行系统网络是无标度的。

标度指数越小，银行系统网络的集中程度越高，

网络中少数银行占据了大部分的银行间业务，位于网络中心的枢纽节点(Hubs)较为明显，所代表的银行与其他大部分银行有金融联系，这些银行往往是货币中心性银行；标度指数越大，银行系统网络集中程度越低，银行之间业务联系相对分散，货币中心性银行现象越不明显。2014、2015年的标度指数较前一年有不同程度增加，这说明银行之间的联系有所分散，不再主要集中在国有商业银行周围。结合表2的中心性变化情况，2015年中小银行之间建立直接联系的比例上升，个别中小银行局部聚集度增加。与基于规模的“大而不倒”的系统重要性银行相比，“太关联而不倒”的银行规模不一定很庞大，但与系统内其他银行有密切的联系。如果我国银行系统网络结构按照当前趋势发展下去，不排除有中小银行发展成这类系统重要性银行的可能性。

图1、图2、图3分别是2013—2015年的银行系统网络结构图。从图1可以看出编号为4、5、6、7的节点入度和出度都较大、附近节点聚集程度较高，节点处于网络中心位置，具有货币中心性银行的特点。事实上它们分别对应于四家国有大型商业银行：中国银行、中国建设银行、中国工商银行、中国农业银行。2013年这四家银行的接近中心性均高于整体水平的90%分位数，2013—2015年包括交通银行在内的五家国有大型商业银行的中介中心性均高于总体水平的90%分位数，这也充分说明这几家银行在我国银行系统中的主导地位。

### (三) 系统重要性银行评价影响因素

假设2013—2015年的银行系统都受到多次外部冲击，每次冲击导致一家银行损失资产总值的80%，计算所造成的系统性损失。利用Tobit模型将系统性损失关于资产、负债和网络中心性指标进行回归，结果见表4，括号中的数字表示标准差。使用Tobit模型是因为假定个体银行遭受冲击后发生的资产损失对其他银行产生影响，并导致它们也出现损失，即Tobit模型的潜变量对应于个体危机发生了扩散。从

表2: 2013—2015年银行系统网络中心性基本统计量

年份	中心性	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
2013	中介中心性	352.6181	827.7282	0.0000	107.1341	6553.8890
	接近中心性	0.2373	0.0342	0.1505	0.2321	0.3657
	聚集系数	0.0589	0.1571	0.0000	0.0000	0.5000
	入度	1.7986	2.5325	0.0000	1.0000	17.0000
	出度	1.7986	2.4167	1.0000	1.0000	21.0000
2014	中介中心性	354.8611	790.6141	0.0000	79.7082	5587.3220
	接近中心性	0.2446	0.0392	0.1678	0.2440	0.3813
	聚集系数	0.0548	0.1602	0.0000	0.0000	1.0000
	入度	1.7361	2.4608	0.0000	1.0000	18.0000
	出度	1.7361	2.3144	1.0000	1.0000	17.0000
2015	中介中心性	312.7292	907.81531	0.0000	45.2104	7248.0907
	接近中心性	7.6479	21.6669	0.1420	0.2362	143.0000
	聚集系数	0.0447	0.1340	0.0000	0.0000	0.5000
	入度	1.7917	2.4377	0.0000	1.0000	16.0000
	出度	1.7917	3.4880	1.0000	1.0000	32.0000

表3: 银行系统网络节点度分布

年份	标度指数	对数似然函数	KS统计量	p值
2013	2.1149	101.0669	0.0954	0.8891
2014	2.1671	95.2915	0.0919	0.9217

表4: Tobit回归结果

变量	2013年	2014年	2015年
常数	7.4610*	15.0562*	-3.2478***
	(4.5451)	(7.6006)	(1.1669)
对数资产	-9.0990	-17.8570	-1.6331
	(5.7703)	(12.7211)	(1.1124)
对数存放同业	0.5079***	-0.1144	-0.0190
	(0.1015)	(0.1951)	(0.3768)
对数同业存放	0.36108***	0.6289***	0.0905***
	(0.1181)	(0.2389)	(0.0173)
对数存款	1.1977***	0.1893***	0.9258***
	(0.4094)	(0.5871)	(0.1189)
对数资本缓冲	-0.5766*	-0.4403*	-0.0287*
	(0.2878)	(0.3707)	(0.0629)
中介中心性	0.0000	0.0008	0.0289***
	(0.0006)	(0.0006)	(0.0039)
接近中心性	-5.0318	-7.4993	0.0019
	(7.2842)	(5.2159)	(0.0019)
聚集系数	18.5960	1.5739*	0.1438
	(0.5509)	(0.8894)	(0.5030)
入度	2.0022***	1.0058**	1.5576***
	(0.3083)	(0.2337)	(0.0854)
出度	-0.6384***	-0.5063***	-0.0390***
	(0.1035)	(0.1560)	(0.9670)

注: \*、\*\*、\*\*\*分别对应  $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$  的情形; 括号中数值是标准差。

表4可以看出, 对数总资产对系统性损失没有产生显著影响, 各年的银行同业存放和存款具有明显的正向影响, 资本缓冲的回归系数显著小于零, 说明并非银行资产总规模越大就越具有系统性风险“贡献”, 资本缓冲不足的银行容易出现危机并造成较大的系统性损失。网络中心性方面, 入度和出度的回归系数在各年都是显著的; 由于回归系数小于零,

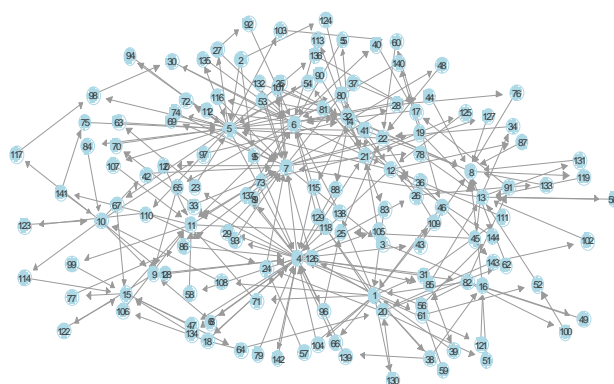


图1: 2013年银行系统网络结构图

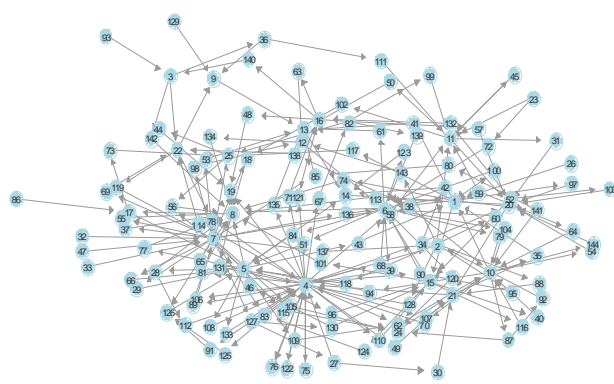


图2: 2014年银行系统网络结构图

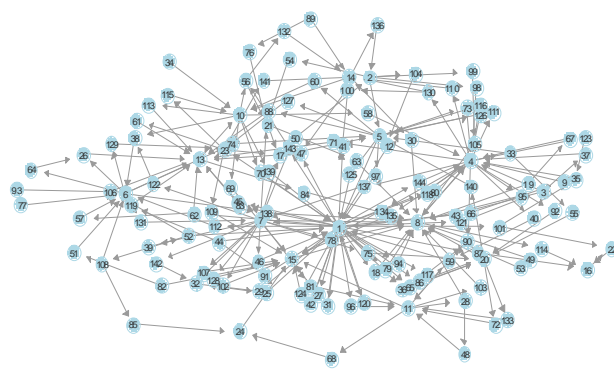


图3: 2015年银行系统网络结构图

出度变大会减少个体银行危机带来的整体性损失, 这可能是因为风险被更多的银行分担后, 产生下一轮冲击的可能性降低了。

## 五、结论与启示

本文从我国银行系统网络构建出发, 利用系统性损失指标定量考察资产、负债规模和网络中心性对个体银行系统重要性评价的影响。研究结论表明: 2013—2015年的银行系统网络都是具有异质性特点的无标度网络, 这意味着中心节点对风险传染起到关键性的作用; 节点之间连接的分布很不均匀, 代表国有大型商业银行的少数枢纽节点聚集度较高,

但大多数节点周围只有少量连接,大多数银行出现危机时风险传染可能性不大。资产负债规模与银行在网络中的相对位置都对银行的系统重要性评价有显著影响,负债和资本缓冲规模对银行的系统重要性评价有影响,即存在“大而不倒”的特点。各年的银行系统网络结构都不尽相同,银行在网络中的位置也发生了动态变化。

在评价银行系统重要性方面,规模一直以来都被视为最重要的影响因素,本文的分析发现关联程度对于个体银行风险所能造成的系统性损失有显著影响。面对具体问题时,应该侧重哪种影响因素,或者能否建立同时反映规模与关联性的综合评价指标,还有待于以后的深入研究。

银行系统作为一种复杂网络,既有面对外部冲击的稳健性,也有使风险传染范围扩大的脆弱性。目前关于银行系统网络结构与金融稳定之间联系的研究尚缺乏一致性结论,普遍接受的是 Nier 等(2007)的观点,在此文中作者认为资本化水平越高、借贷规模越低、集中程度越低,银行系统稳定性越高。我国银行系统特点是以几家大型国有商业银行为中心,它们在银行系统运行过程中发挥主导性作用,股份制商业银行、城商行等中小银行通过它们建立间接联系。在网络理论中,枢纽节点的存在使网络对于外部突发冲击有较好的承受能力,但面对协同性冲击时表现得比较脆弱。当某一中小银行出现危机时,对规模庞大的国有商业银行并不会造成很大冲击,民众普遍认为国有商业银行是“大而不倒”的,不会因恐慌而发生银行挤兑,并且由于直接联系少,个体风险冲击给其他中小银行带来危机的可能性较小,银行系统整体将保持稳定。但如果多家中小银行同时面临风险,容易造成枢纽银行流动性不足,其他中小银行被风险传染的可能性增大。优化我国银行网络结构首先要逐步降低整体集中程度,分散风险;其次针对枢纽银行和普通银行采取不同的风险监管措施,对于货币中心性银行应关注它们风险敞口的大小与数量,对中小银行着重监测资本充足率和同业敞口规模;结合系统网络结构的动态变化,对中心性较高的节点进行有针对性的监测和风险防范。

#### 参考文献:

[1]Cont, R, Amal, M, Edson, B. 2013. Network Structure and Systemic Risk in Banking Systems[C].In: Jean-Pierre F, Joe L, eds. Handbook of Systemic Risk.

Cambridge:Cambridge University Press.

[2]Cont, R, Moussa, A. 2010. Too Interconnected to Fail: Contagion and Systemic Risk in Financial Networks[R].Columbia University, Financial Engineering Report 03.

[3]Silva, T C, de Souza, S R S, Tabak, B M. 2016. Network Structure Analysis of the Brazilian Interbank Market[J].Emerging Markets Review, (26).

[4]Cajueiro, D O, Tabak, B M. 2008. The Role of Banks in the Brazilian Interbank Market: Does Bank Type Matter?[J].Physica A, (387).

[5]Boss, M, Elsinger, H, Summer, M, et al. 2004. Network Topology of the Interbank Market[J].Quantitative Finance, (4).

[6]Elliott, M, Golub, B, Jackson, M O. 2014. Financial Networks and Contagion[J].The American Economic Review, 104 (10).

[7]Hurd, T R, Gleeson, J P, Melnik, S. 2017. A Framework for Analyzing Contagion in Assortative Banking Networks[J].PloS ONE, 12(2):e0170579.

[8]Hurd, T R. 2016. Contagion! The Spread of Systemic Risk in Financial Networks[M].Berlin: Springer Press.

[9]Fagiolo, G. 2007. Clustering in Complex Directed Networks[J].Physical Review E76, 026107.

[10]Upper, C, Worms, A. 2004. Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is There a Danger of Contagion?[J].European Economic Review, 48 (4).

[11]Mistrulli, P E. 2011. Assessing Financial Contagion in the Interbank Market: Maximum Entropy versus Observed Interbank Lending Patterns[J].Journal of Banking and Finance, 35(5).

[12]Mastromatteo, I, Zarinelli, E, Marsili, M. 2012. Reconstruction of Financial Networks for Robust Estimation of Systemic Risk[J].Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, (3).

[13]Anand, K, Craig, B, Goetz, V P. 2015. Filling in the Blanks: Network Structure and Interbank Contagion[J].Quantitative Finance, 15(4).

[14]Moussa, A. 2011. Contagion and Systemic Risk in Financial Networks[M].Columbia University, New York.



- [15]Halaj, G, Kok, C. 2013. Assessing Interbank Contagion using Simulated Networks[R].European Central Bank Working Paper, No. 1506.
- [16]Musmeci, N, Battiston, S, Caldarelli, G, et al. 2013. Bootstrapping Topological Properties and Systemic Risk of Complex Networks using the Fitness Model [J]. Journal of Statistical Physics, 151(3).
- [17]Gandy, A, Veraart, L A. M. 2017. A Bayesian Methodology for Systemic Risk Assessment in Financial Networks[J].Management Science, 63(12).
- [18]Battiston, S, Kaushik, R, Puliga, M, et al. 2012. DebtRank: Too Central to Fail? FED and the Systemic Risk[R].Nature Scientific Reports 2, No.541.
- [19]Bardoscia, M, Battiston, S, Fabio, C, et al. 2015. DebtRank: A Microscopic Foundation for Shock Propagation[J].PLoS ONE, 10(6):e0130406.
- [20]Nier, E, Yang, J, Yorulmazer, T, et al. 2007. Network Models and Financial Stability[J].Journal of Economic Dynamics and Control, 31(6).
- [21]童牧,何奕.复杂金融网络中的系统性风险与流动性救助——基于中国大额支付系统的研究[J].金融研究,2012,(9).
- [22]王晓枫,廖凯亮,徐金池.复杂网络视角下银行同业间市场风险传染效应研究[J].经济学动态, 2015, (3).
- [23]隋聪,谭照林,王宗尧.基于网络视角的银行业系统性风险度量方法[J].中国管理科学,2016,(5).

## Research on Evaluation of Systemically Important Banks Based on Complicated Network Construction

Xing Chunna

(School of Economics, Xiamen University, Fujian Xiamen 361005)

**Abstract:** Complicated network provides a global perspective for analysis of financial systemic risk and systemically important banks. But it is difficult to construct banking system network due to data limitation. This paper applied Bayesian method and balance sheet data from 2013 to 2015 to construct networks of China's banking system, then set up systemic loss measuring indicator based on the network and discussed impacts of size and network centrality on evaluation of systemically important banks. Results show that state-owned commercial banks are at the hub location of the banking system networks. Interbank liabilities and in degree have significantly positive influence in systemic loss caused by individual risk, while increasing capital buffer and out degree helps to decrease loss. Therefore, size is still the major factor to evaluate systemically important banks and interconnectedness among banks is playing an increasingly important role.

**Key Words:** complicated network, systemically important bank, size, network centrality, interconnectedness

(责任编辑 耿欣; 校对 LX, GX)